

пления производственной дисциплины; группа В – отказы некоторых покупных комплектующих изделий, предотвращение которых требует совершенствования данных компонентов поставщиками или смены последних; группа Г – отказы, предотвращение которых требует соблюдения правил эксплуатации.

Приведенные данные свидетельствуют о высоком удельном весе отказов группы В по сравнению с другими группами. Это связано как с переходом к поставщикам, предлагающим комплектующие по более привлекательной цене, так и медленными действиями поставщиков по совершенствованию своей продукции. Кроме того, не всегда поставляются качественные запчасти, особенно если они не оригинальные, т. е. не с завода-изготовителя.

### **Заключение**

В результате оценки надежности техники установлен ее недостаточный уровень у машин отечественного производства. Больше всего отказов наблюдается по причине выхода из строя покупных комплектующих изделий (отказы группы В). Второе место приходится на отказы группы Б – отказы собственного производства, исключение которых требует совершенствования технологии их изготовления или укрепления производственной дисциплины. Отказы группы Г – отказы, исключение которых требует соблюдения правил эксплуатации, занимают третье место. На последнем месте отказы группы А – отказы исключение которых требует совершенствования их конструкции.

### **Список использованной литературы**

1. Липская, В.К. Особенности формирования конкурентоспособности зерноуборочной техники / В. К. Липская // Аграр. экономика. – 2013. – № 6. – С. 52–63.

УДК 330.117:338.43

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ И СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЦИФРОВОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

**А.С. Вороненко, ассистент,**

**Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация:* В статье рассматриваются современные подходы к применению дронов и спутниковых технологий в цифровом земледелии.

*Abstract:* The article examines modern approaches to the use of drones and satellite technologies in digital agriculture.

*Ключевые слова:* дрон, спутник, земледелие, показатели, анализ, снимок.  
*Keywords:* drone, satellite, agriculture, indicators, analysis, image.

## **Введение**

Сельское хозяйство остается одним из важнейших секторов мировой экономики и ключевым фактором продовольственной безопасности. Однако рост численности населения, ограниченность земельных и водных ресурсов, изменение климата и возрастающая нагрузка на экосистемы ставят перед аграрным сектором новые задачи. В этих условиях цифровое земледелие, основанное на использовании спутниковых технологий, беспилотных летательных аппаратов и систем анализа данных, становится инструментом повышения эффективности и устойчивости агропроизводства.

## **Основная часть**

Спутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) предоставляют возможность получать объективные данные о состоянии сельскохозяйственных угодий на больших территориях. Современные спутниковые миссии (Sentinel, Landsat, WorldView и др.) обеспечивают высокое спектральное и временное разрешение, что позволяет:

*Оценивать биомассу и продуктивность растений.* С помощью вегетационных индексов (NDVI, SAVI, EVI) агрономы могут отслеживать рост культур и прогнозировать урожайность.

*Контролировать водный баланс.* Тепловые каналы спутников помогают определять уровни влажности почвы, что важно для систем орошения.

*Мониторить стрессовые факторы.* Изменения спектральных характеристик позволяют выявлять последствия засух, заморозков и нашествий вредителей.

*Прогнозировать климатические риски.* Данные спутников сочетаются с метеорологическими моделями, формируя систему раннего предупреждения.

Таким образом, спутниковый мониторинг обеспечивает стратегическое управление сельским хозяйством на макроуровне. В отличие от спутников, дроны обеспечивают более детализированный и оперативный мониторинг сельскохозяйственных угодий. Беспилотники способны фиксировать мельчайшие изменения в состоянии посевов, которые зачастую остаются незаметными при дистанционном наблюдении из космоса. Использование мультиспектральных и тепловизионных камер позволяет выявлять первые признаки заболеваний растений, определять зоны с дефицитом влаги или элементов питания, а также фиксировать повреждения, вы-

званные неблагоприятными погодными явлениями. Кроме наблюдения, дроны все чаще применяются в активных агротехнологических операциях, таких как точечное опрыскивание культур, внесение удобрений в труднодоступных местах. Это делает их не только инструментом диагностики, но и элементом автоматизации сельскохозяйственного производства.

## ЦИФРОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ



Рисунок 1 – Взаимодействие спутников, дронов, наземных сенсоров и агронома через цифровую платформу

Внедрение таких технологий приносит значительные преимущества. Аграрные предприятия получают возможность оптимизировать расход ресурсов, снижать затраты на воду, удобрения и средства защиты растений, минимизировать экологическую нагрузку на окружающую среду и повышать качество продукции. Оперативное выявление проблемных зон позволяет сократить потери урожая, а прогнозные модели дают возможность более точно планировать сбыт и логистику. Вместе с тем цифровое земледелие сталкивается с рядом вызовов. Ключевыми препятствиями остаются высокая стоимость оборудования, необходимость подготовки квалифицированных кадров, недостаточная развитость интернет-инфраструктуры в сельских регионах, а также нормативные ограничения на использование беспилотных систем.

Несмотря на эти трудности, развитие технологий идет по пути повышения их доступности и интеграции в глобальные цифровые платформы. Будущее цифрового земледелия связано с созданием автономных систем, в которых дроны будут самостоятельно проводить мо-

мониторинг и выполнять агротехнические операции без участия человека, а спутники в реальном времени обеспечивать данные для стратегического управления. Облачные сервисы и интернет вещей объединят все элементы агротехнической экосистемы – от наземных сенсоров и метеостанций до орбитальных спутников и беспилотных летательных аппаратов. Искусственный интеллект будет играть ключевую роль в автоматической диагностике болезней и построении адаптивных моделей управления сельскохозяйственными процессами.

### **Заключение**

Таким образом, использование дронов и спутниковых технологий становится фундаментом цифрового земледелия. Эти инструменты позволяют сочетать глобальный охват и стратегическое видение с точечным контролем и оперативным реагированием, что обеспечивает качественно новый уровень управления агропроизводством. В условиях роста мирового населения, изменения климата и необходимости рационального использования природных ресурсов такие технологии представляют собой стратегически важное направление развития сельского хозяйства, способное обеспечить продовольственную безопасность и устойчивое развитие аграрного сектора в XXI веке.

### **Список использованной литературы**

1. Практикум по точному земледелию : учебное пособие / А. И. Завражнов, М. М. Константинов, А. П. Ловчиков, А. А. Завражнов. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 224 с.
2. Труфляк Е. В., Трубилин Е. И. Точное земледелие. Учебное пособие для вузов, 3-е изд., стер. 2021. – 376 с.
3. Вельмисов, В. В. Цифровое сельское хозяйство: современные тенденции и перспективы развития. – Москва: КолосС, 2021.
4. Гурьянов, А. С. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование Земли в сельском хозяйстве. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 2020.
5. Жеребцов, Г. А., Мухаметзянов, И. И. Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга сельхозугодий // Вестник аграрной науки. – 2022. – №4. – С. 34–41.
6. Киселёв, С. В. Экономика цифрового земледелия: эффективность и барьеры внедрения // Агроэкономика. — 2021. – Т. 8. – №3. – С. 15–23.
7. Лаптев, Н. Ю. Дроны в растениеводстве: опыт применения в России и за рубежом // Наука и инновации в агропромышленном комплексе. – 2022. – №6. – С. 44–51.
8. Мартынов, П. Н. Спутниковое картографирование сельскохозяйственных земель. – Москва: Наука, 2019.
9. Никифоров, А. Г. Информационные технологии в аграрном производстве. – Краснодар: КубГАУ, 2020.
10. Пашенко, С. А. Применение индексов NDVI и EVI в сельском хозяйстве // Агрофизика. – 2021. – №5. – С. 60–68.